

まえがき

塗膜の異状には塗膜形成時あるいは塗膜形成後、塗膜に期待される寿命よりも短い期間に起きるものと、期待寿命を全うしてから起きるものがある。

一般的には前者を塗膜の欠陥と言い後者を塗膜の老化という。

本資料は塗膜形成時に起きる代表的な塗膜欠陥について、その現象、原因および対策について解説したものである。

なお、塗膜形成時とは塗装して乾燥造膜するまでのことを言う。

塗膜欠陥は機能的には外観（美観）と保護（防食）に大別できる。

塗膜形成時では外観的な欠陥が多いのに対し、経時では外観および保護的な欠陥が生じる。

経時的な欠陥については塗膜形成時に、その原因が作られることも多いので注意を要する。

塗膜形成時の外観的な欠陥は肉眼で直接発見できるが、経時に発生するであろう外観以外の潜在している欠陥の発見は難しいので施工の管理面を充実させて防ぐことが大切である。もちろん施工管理の充実は塗膜形成時の外観的欠陥を防ぐために有効である。塗膜欠陥の原因としては施工の条件や方法以外に塗料の品質上の問題や塗装系の設計などにもある。

いずれにしても何が原因であるかを速やかに正確に見極め、対応することが重要であるが、本資料がそのための一助になれば幸いである。

目 次

はじめに

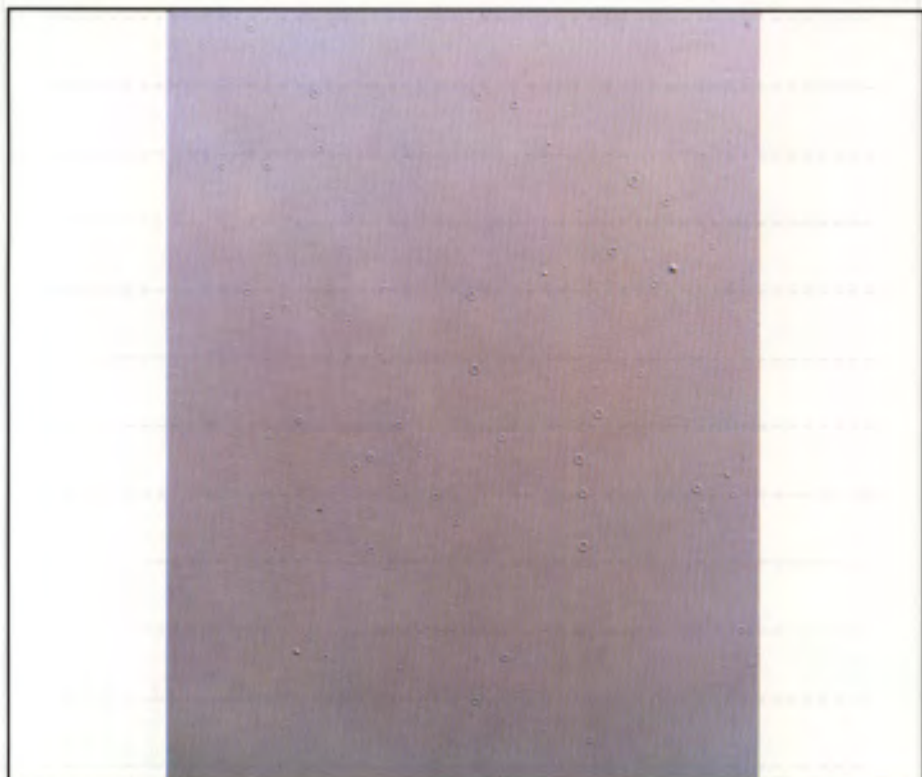
1. 泡, バブリング, ピンホール	1
2. 色分かれ, 色浮き, 色むら	3
3. 皮ばり	5
4. 乾燥不良 (上乾き)	7
5. しわ, ちぢみ	9
6. すけ, とまり不良	11
7. スプレダスト	13
8. 増粘, ゲル化	15
9. つやびけ, つやむら, くもり	17
10. テール (霧化不良)	19
11. ながれ, たれ, たるみ	21
12. にじみ, プリーディング	23
13. はけ目, はけむら	25
14. はじき	27
15. 白化, ブラッシング	29
16. ぶつ, シーディング	31
17. ゆず肌, オレンジピーリング	33
18. リフティング	35
19. われ, クラッキング	37

メ モ

A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

1. 泡、バブリング、ピンホール

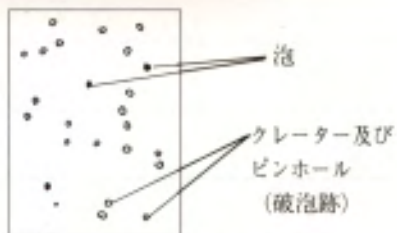
写真



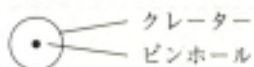
備考

無機ジンクリッチペイント塗膜上に直接高粘度のエポキシ樹脂塗料を塗装したもの。

発泡した状態と破泡後のクレーター、ピンホールが見られる。



ピンホールはクレーターの中心部に発生している。

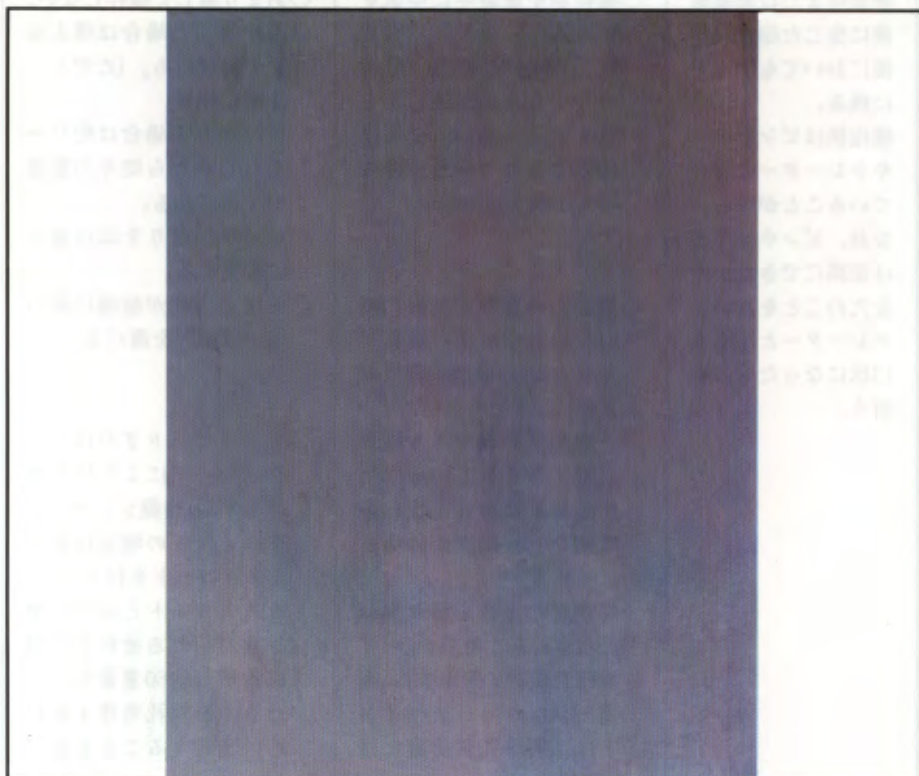


現 象	原 因	対 策
<p>塗装中または塗装直後に生じた泡が乾燥後においても消えずに残る。</p> <p>破泡後はピンホールやクレターになっていることが多い。</p> <p>なお、ピンホールとは塗膜にできた小さな穴のことを言い、クレターとは噴火口状になったものを言う。</p>	<p>◇ 攪拌中や塗装中に空気を巻き込み、泡として残る。激しく攪拌したり、はけで叩くように塗装したとき巻き込み易い。またはけ塗りよりローラー塗りの方が巻き込み易い。</p> <p>◇ 被塗面の温度が極端に高いと急激な溶剤の蒸発で発泡する。(塗膜内部でガス化)</p> <p>◇ 下塗が多孔質である場合、下塗に含まれている空気と塗り重ねられた塗料が置換し、塗膜表面に泡として残る。</p> <p>高粘度の塗料を塗り重ねたときに起こり易い。</p> <p>重防食塗装で使用する(無機) ジンクリッチペイントはこの多孔質塗膜に相当する。</p>	<p>◇ あまり激しく攪拌しない。</p> <p>◇ 泡が生じた場合は消えるまで静置する。(ただし、沈殿に注意)</p> <p>◇ はけ塗りの場合は配り一ちらし→むら切りの要領で丁寧にぬる。</p> <p>◇ ローラー塗りをはけ塗りに変更する。</p> <p>◇ 被塗面温度が極端に高い場合は塗装を避ける。</p> <p>◇ ミストコートまたはシーラーコートにより封孔処理をする。無機ジンクリッチペイントの場合は必ずミストコートを行う。</p> <p>ミストコートとは次に塗り重ねられる塗料を大幅に希釈(約50重量%)したものを封孔処理するために塗装することを言う。</p>

参考

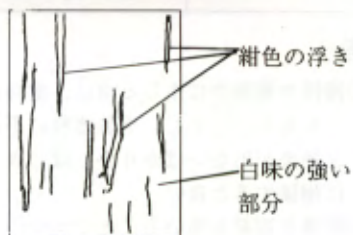
- ◇ 攪拌や塗装中に生じる泡は、塗料に消泡剤を添加することで解決出来ることもある。しかし、当該塗料に不適切であったり添加量が多すぎたりすると効果が出ないばかりか、はじきなどの副作用があるので、塗料メーカーに相談すると良い。
- ◇ 高沸点溶剤を用いることで溶剤の蒸発を遅くし、破泡を容易にすることが出来る。しかし、溶解力が強すぎて下塗塗膜をおかしたり、逆に溶解力が弱すぎて塗料がゲル化したり、光沢低下を起こしたりすることがある。これも塗料メーカーに相談すると良い。

2. 色分かれ、色浮き、色むら



備考

長油性フタル酸樹脂塗料白に油長の短いフタル酸樹脂塗料紺を添加し塗装したもの。



白と紺の色むら状態を呈している。

現 象	原 因	対 策
<p>複数の原色顔料を使用した塗料の場合、顔料間で粒子の大きさ、密度、凝集性などが異なるので塗装後塗料が流動している間に顔料が凝集、拡散、沈澱などにより分離する。</p>	<p>◇希釈し過ぎたときや厚塗りしすぎたとき塗料は流動しやすくなる。流動時間が長くなるなどで顔料が分離する（主に色分かれ、色浮き現象）</p> <p>◇塗膜厚のバラツキが大きすぎたとき、塗料の流動しやすさや流動している時間が異なるので顔料の分離程度にも差異が出て来る。 厚塗りしすぎて塗料が流れると、この現象が大きくなる。（主として色むら現象）</p> <p>◇異種塗料を混入して調色したとき、塗料間の相溶性が悪くなり、顔料の凝集などを起こし分離する。</p>	<p>◇必要以上に希釈しない。適切な膜厚で塗装する。</p> <p>◇出来るだけ均一に塗装し流れを出さないようにする。</p> <p>◇異種塗料の混入は避ける。</p>

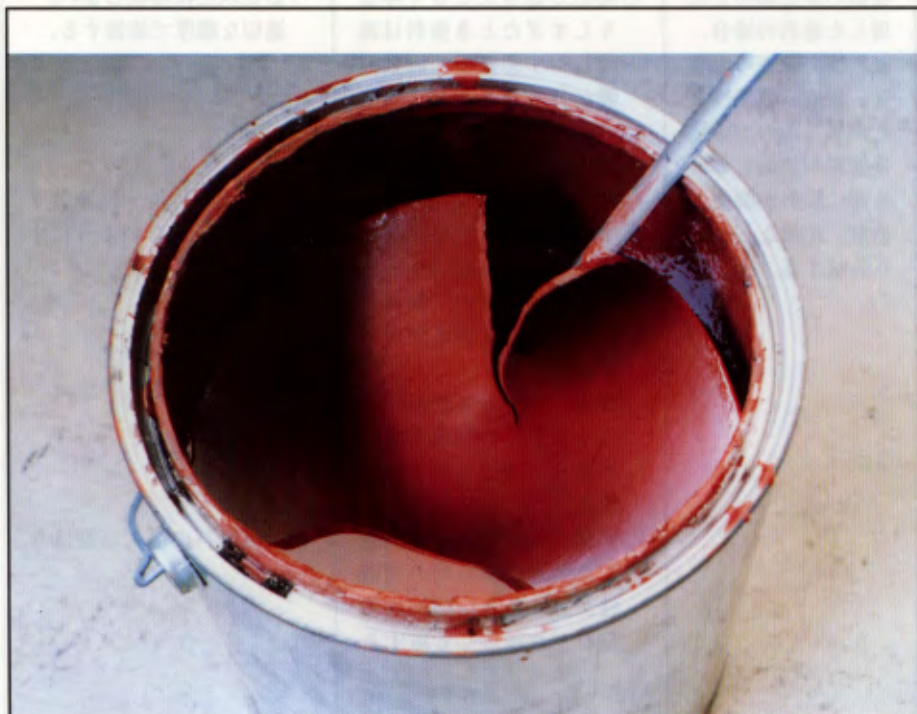
参考

- ◇乾燥塗膜の表面と内部で顔料の分布が異なり、本来の色とは別の色に仕上がることを色分かれ、色浮きと言い、塗膜表面の色が部分的にむらになることを色むらと言う。
- ◇標準的条件で塗装してもこれらの現象が生じる場合は塗料メーカーと相談し色分かれ、色むら防止剤を添加するなどの対策が必要になる。

メ モ

A series of 18 horizontal dashed lines, evenly spaced, filling the page below the header. These lines are intended for writing notes or a list.

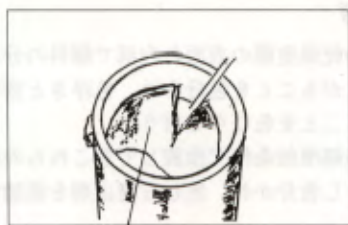
3. 皮ばり



備考

鉛系さび止めペイントの極端な皮ばりの例である。

容器中の塗料容量に対して、これ程の皮ばりは塗料成分のバランスを完全に欠いており、使用できない。



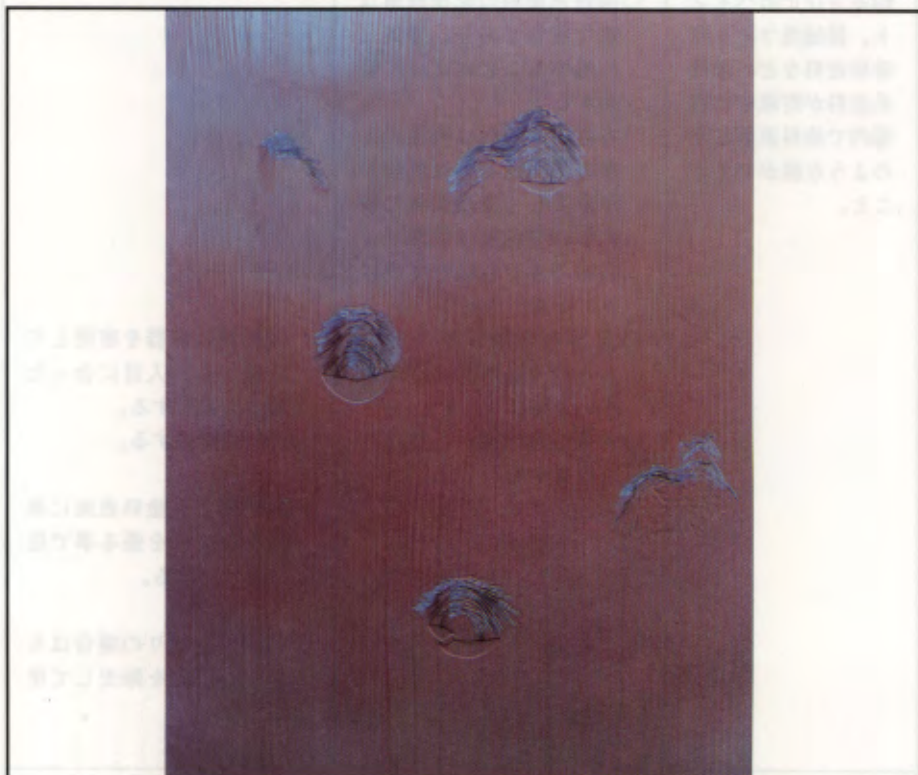
厚い皮ばりの状態
皮の下は液状になっている。

現 象	原 因	対 策
<p>鉛系さび止めペイント、長油性フタル酸樹脂塗料などの油性系塗料が貯蔵中に容器内で塗料表面に皮のような膜ができること。</p>	<p>◇油性系塗料の乾燥機構は酸化重合であり、空気と接触することによって乾燥する。 容器内の塗料は表面のみが容器中あるいは外部から侵入して来た空気に触れるので内部は乾燥せず表面のみが乾燥して皮ばりとなる。</p> <p>◇容器の密閉が不十分であったり容器内の空間が多いと皮ばりしやすい。</p> <p>◇貯蔵温度が高いと皮ばりを促進する。</p>	<p>◇残塗料は容器を密閉して貯蔵する。入目に合った容器を使用する。</p> <p>◇冷所に貯蔵する。</p> <p>◇短時間なら塗料表面に専用シンナーを張る事で皮ばりは防げる。</p> <p>◇軽度の皮ばりの場合はろ過をし、皮を除去して使用できる。</p>

参考

- ◇極端に皮ばりしたものは塗料成分のバランスが失われているので使用できない。
- 一般的には貯蔵中に塗料表面にはビヒクル（展色剤）が浮いて来て濃度が高くなっているため、皮ばりが多いと皮ばり除去後の塗料はビヒクルが少なくなっている。

4. 乾燥不良（上乾き）



備考

鉛系さび止めペイント（油性系）
を厚塗りしたもの。
表面はある程度まで乾燥は進んで
いるが内部は乾燥していない。
（上乾き）



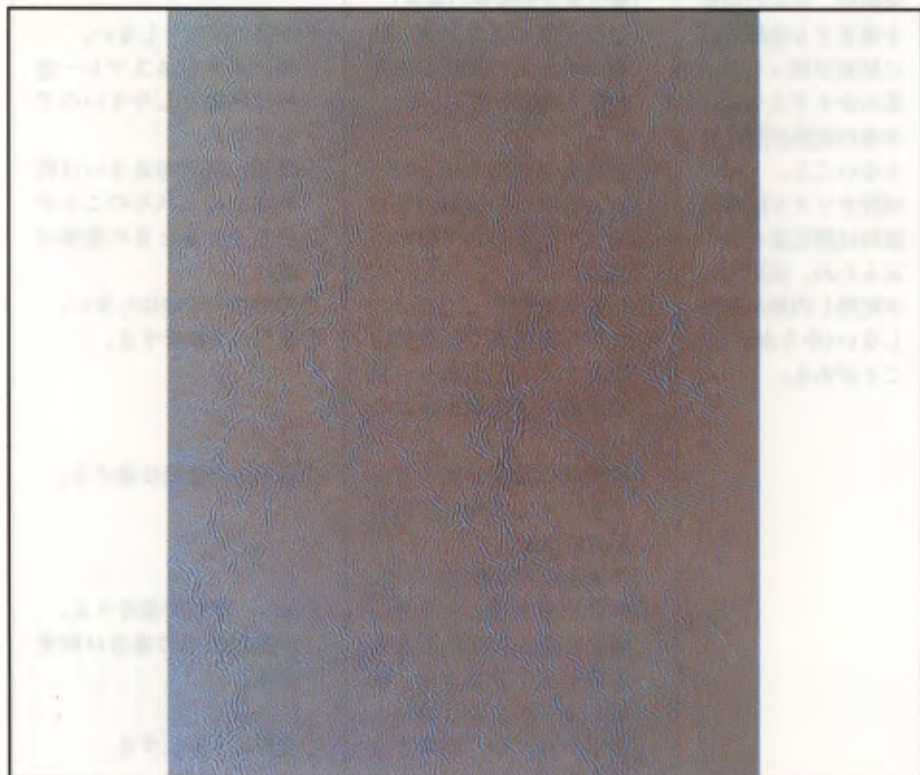
指頭を塗面
に当て、ず
らしたとき
の状態

現 象	原 因	対 策
<p>塗装後、所定の期間を過ぎても塗膜表面に粘着が残ったり、柔らかすぎるなど、本来の乾燥状態にならないこと。</p> <p>油性やフタル酸樹脂塗料は酸化重合形であるため、表面のみが乾燥し内部が乾燥しない(中うみ状態)ことがある。</p>	<p>[酸化重合形塗料の場合]</p> <p>◇塗膜が厚すぎるとき、内部への空気の供給が困難になり乾燥不良になる。</p> <p>◇塗膜表面が水で濡れたとき、塗膜への空気の供給をしゃ断するので乾燥不良になる。</p> <p>◇乾燥剤が失効したとき、長期間の貯蔵で乾燥剤は失効することがあり、反応が進まず乾燥不良になる。</p> <p>◇乾燥時の温度が低すぎるとき、反応が進まず乾燥不良になる。</p> <p>[多液形塗料の場合]</p> <p>◇混合比を間違えたとき、硬化剤を入れ忘れたとき、混合が不十分のとき、反応しないか、または反応が不十分になり乾燥不良になる。</p> <p>◇乾燥時の温度が低すぎるとき、反応が進まず乾燥不良になる。</p>	<p>◇一度で厚塗りしない。 特にエアレススプレー塗装は厚塗りしやすいので注意する。</p> <p>◇降雨、高湿時あるいは乾燥途上にこれらのことが予想されるときは塗装は避ける。</p> <p>◇長期間の貯蔵はしない。</p> <p>◇塗料の交換をする。</p> <p>◇低温時の塗装は避ける。</p> <p>◇セット単位で混合する。 小分け使用の場合は秤量する。</p> <p>◇攪拌は十分に作る。</p> <p>◇低温時の塗装は避ける。</p>
<p>参考</p> <p>◇エアレススプレーで複雑な構造物を塗装するとき、何回もラップ(重複)して塗装される場合があるが、この部分が特に厚くなりすぎて乾燥不良を起こし易い(酸化重合形塗料の場合)</p>		

メ モ

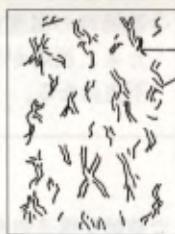
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

5. しわ、ちぢみ



備考

鉛系さび止めペイント（油性）を
極端に厚く塗装したもの。
塗膜表面のみの乾燥が進み、収縮
してしわになっている。



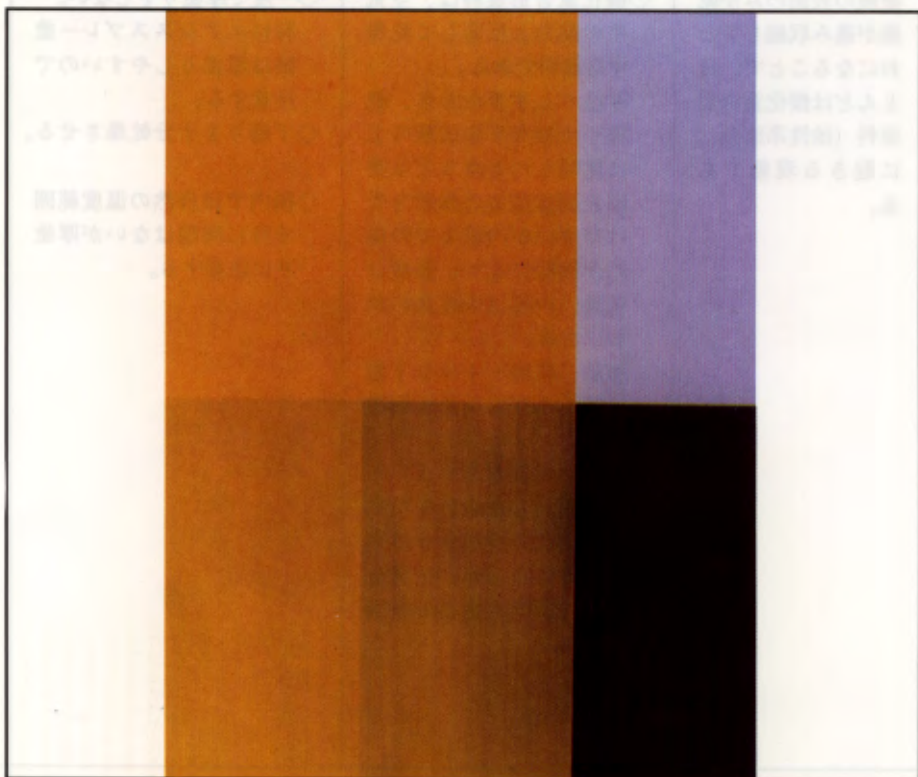
塗膜表面の
収縮による
しわの発生

現 象	原 因	対 策
<p>塗膜の表面のみが乾燥が進み収縮してしわになることで、ほとんどは酸化重合形塗料（油性系塗料）に起きる現象である。</p>	<p>◇酸化重合形塗料は、空気中の酸素と反応して乾燥する塗料である。 厚塗りしすぎたとき、乾燥不十分な下塗塗膜の上に塗装したときなどは塗膜表面は空気の供給を受けやすいが内部までの供給が困難になり、表面は乾燥、内部は未乾燥の状態になる。 勿論、乾燥不十分な下塗塗膜への空気供給も困難になる。</p> <p>◇被塗面温度が高すぎるときに塗装した場合も塗膜表面の乾燥が速すぎて遮蔽膜を作るので、空気を内部に供給することが困難になる。</p>	<p>◇一度で厚塗りをしない。 特にエアレススプレー塗装は厚塗りしやすいので注意する。</p> <p>◇下塗りを十分乾燥させる。</p> <p>◇国内では自然の温度範囲で特に問題はないが厚塗りに注意する。</p>

参考

- ◇エアレススプレーで複雑な構造物を塗装するとき、何回もラップ（重複）して塗装される場合があるが、この部分が特に厚くなりすぎてしわや乾燥不良を起こしやすい。

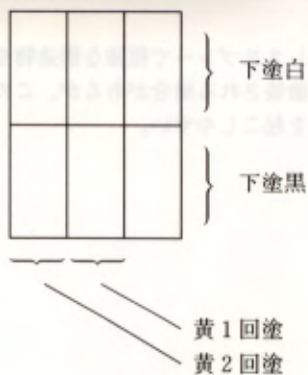
6. すけ、とまり不良



備考

白、及び黒の下塗の上に合成樹脂調合ペイント黄を標準塗付量で1回及び2回塗装したもの。

1回塗（中央）は、はけに沿ってすけが目立ち、2回塗（左側）でもはけ目は目立たないがややすけている。



現象	原因	対策
<p>塗膜の隠ぺい力が十分でなく、中塗の表面が上塗塗膜を通して見える。 (すけて見える)</p>	<p>◇使用している顔料（選択した色）の隠ぺい力が小さいとき、隠ぺい力の小さい顔料は当然すけやすい。 黄系や赤系の有機顔料は特にこの傾向が強い（隠ぺい力は色によって大きく異なる。）</p> <p>◇中塗と上塗の色差が大きくなると、すけが目立つ。</p> <p>◇塗膜厚が薄すぎたとき、隠ぺい力が小さくなり、すける。</p>	<p>◇その色（顔料）の本質的なものである。 隠ぺい力の大きい色を選択する（ただし、選択出来る色は限定される）</p> <p>◇中塗を上塗に近似した色にする（この場合上塗より明度が高く、濁りのない色の方が良い）</p> <p>◇標準膜厚で塗装する。 標準膜厚で塗装しても外観的に問題があれば塗回数を増す。</p> <p>◇希釈のしすぎは塗膜厚が薄すぎになる大きな原因になる。</p>

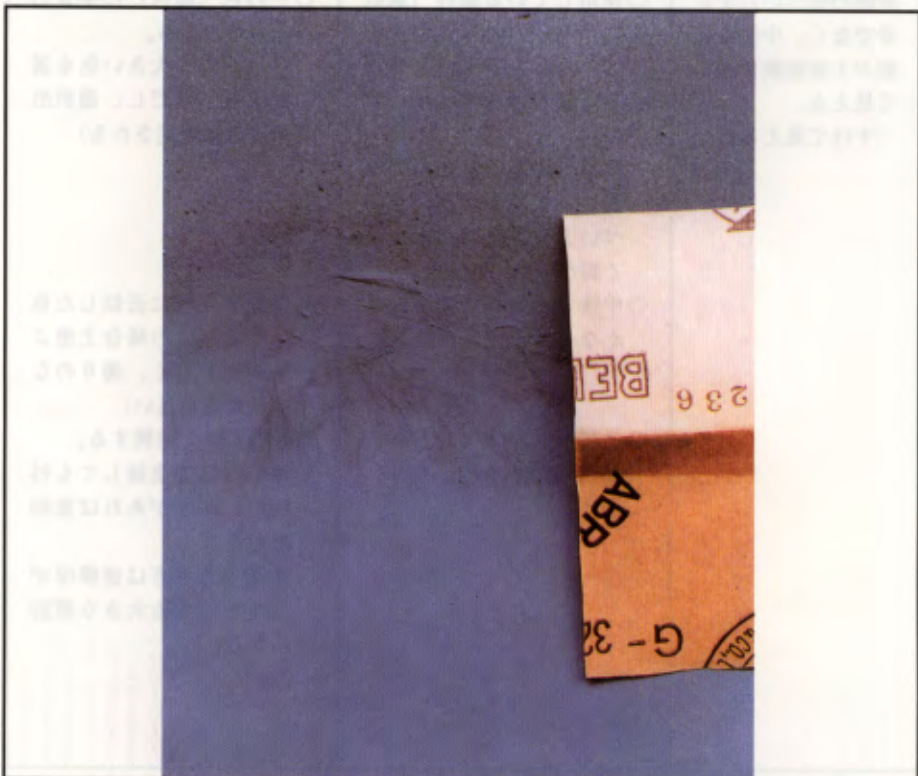
参考

- ◇隠ぺい力が大きいと言うことは透明性が小さい（あるいは無い）ことであり、着色力とは直接的な関係はない。
一般的には濁りのある色や複数の色を混合したものの方が隠ぺい力は大きくなり、すけの程度は小さくなる。

メ モ

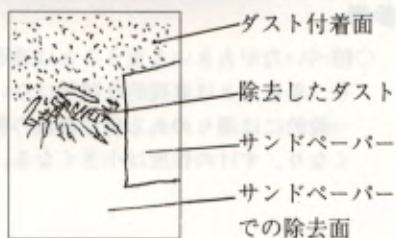
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

7. スプレーダスト



備考

スプレーノズルを被塗面から離しすぎた状態で無機ジンクリッチペイントを塗装したもの。被塗面に十分付着せず、浮いている粒子も多い。



現 象	原 因	対 策
<p>スプレーノズルより吐出した溶剤含有塗料が被塗面に到達するまでの間に溶剤が失われ、ざらざらしたダスト状の塗面になる。</p> <p>ビヒクル（展色剤）の少ない塗料、乾燥の速い塗料に発生しやすい。</p>	<p>◇風の強いときスプレーノズルより吐出した塗料が飛散し、被塗面に到達するまでの時間や距離が長くなり、その間に塗料中の溶剤が失われダスト状に付着する。</p> <p>スプレーノズルの口径の小さすぎ（吐出量の少なすぎ）や運行速度の速すぎ、ノズルと被塗面の距離が長すぎる場合も同様、溶剤の揮散により塗料はダスト状に付着しやすい。</p> <p>◇低沸点溶剤（蒸発速度の速い溶剤）を使用したときや温度の高いときの塗装も塗料が被塗面に到着しないうちに溶剤を失ってダスト状に付着しやすい。</p>	<p>◇防風処置をする。</p> <p>◇強風時の塗装はさける。</p> <p>◇適正なノズル口径のものを選択する</p> <p>◇スプレーノズルと被塗面との距離、運行速度を適正に調整する。</p> <p>◇高温時用の専用シンナーを用いる。</p>

参考

◇高温時用専用シンナーを用いることで溶剤の揮散を押さえ、ダストの付着を少なくすることができるが、必ずしも高温時用シンナーが用意されていない。

この場合は塗料メーカーと相談するとよい。

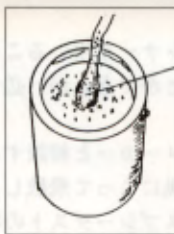
◇吐出した塗料が風によって飛散し、目的の被塗物以外のものに塗着した場合もほとんどはスプレーダストの状態になる。

8. 増粘、ゲル化



備考

可使時間が過ぎて、塗料の流動性が少なくなり、ゲル化のはじまったエポキシ樹脂塗料



ゲル化のはじまったエポキシ樹脂塗料

増粘して流動性が少なくなり、ゼリー状になっている。

現 象	原 因	対 策
<p>塗料の粘度が上昇して流動性が減少することを増粘と言う。さらに増粘し、全く流動性がなくなり、不溶性のゼリー状あるいは固化の状態になることをゲル化と言う。</p>	<p>◇長期間の貯蔵は塗料成分内の、あるいは環境との反応(空気中の酸素など)で増粘(ゲル化)しやすい。</p> <p>◇容器の密閉が不十分であると溶剤の揮発による増粘、空気の侵入によるゲル化(油性系塗料)が起きやすい。</p> <p>◇多液形塗料(エポキシ系、ポリウレタン系塗料など)は混合後可使用時間が過ぎると増粘、ゲル化する。</p> <p>◇溶解力不良のシンナーの添加や異種塗料の混合は分散している粒子の凝集などでゼリー状になることがある。</p> <p>◇温度が低いと増粘し、これが極端に低くなるとゼリー状になる。</p>	<p>◇長期間の貯蔵は避け、古いロットから先に使用するようにする。</p> <p>◇容器は十分密閉して貯蔵する。</p> <p>◇可使用時間を確認してその時間内に使い切るだけの量を混合する。</p> <p>一旦希釈調整した塗料が再度希釈しなければ使用できない程増粘したものは性能が低下するので使用できない。</p> <p>◇専用シンナーを用いる。異種塗料との混合は避ける。</p> <p>◇温度が元に戻れば正常になる。</p>

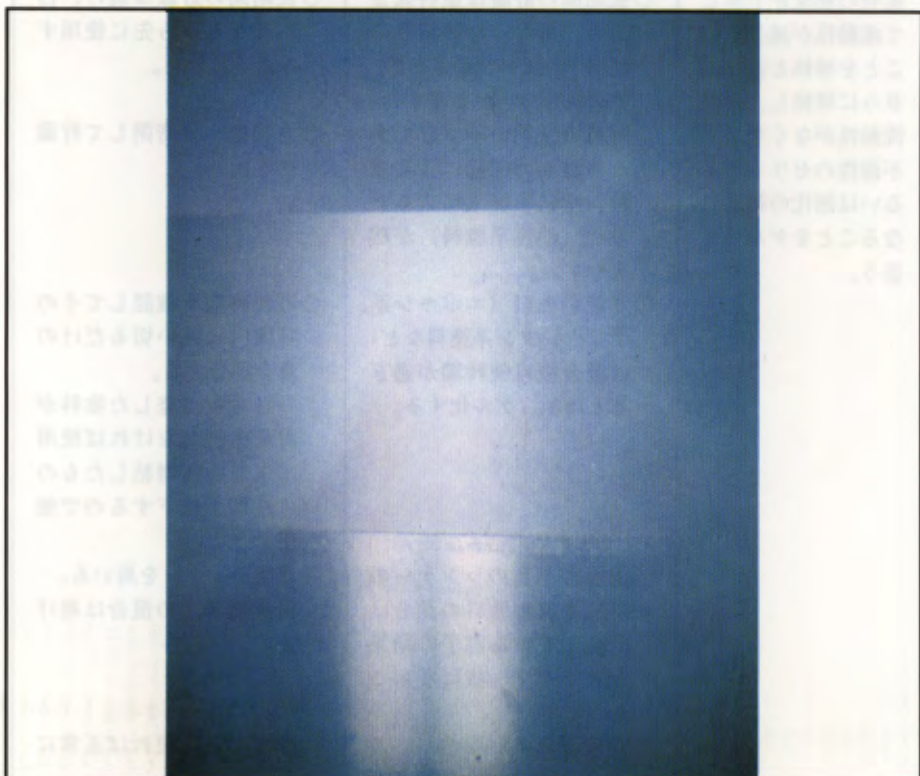
参考

- ◇異種塗料の混合は増粘やゲル化だけでなく色分かれやぶつの原因にもなる。また同種塗料であってもメーカーの異なるものの混合は増粘、ゲル化を起こすことがあるので避ける。(特に多液形塗料の場合)

メ モ

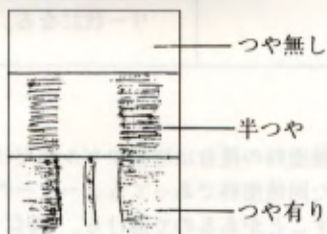
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

9. つやびけ、つやむら、くもり



備考

同色のつやの異なるポリウレタン
樹脂塗料を塗装したもの



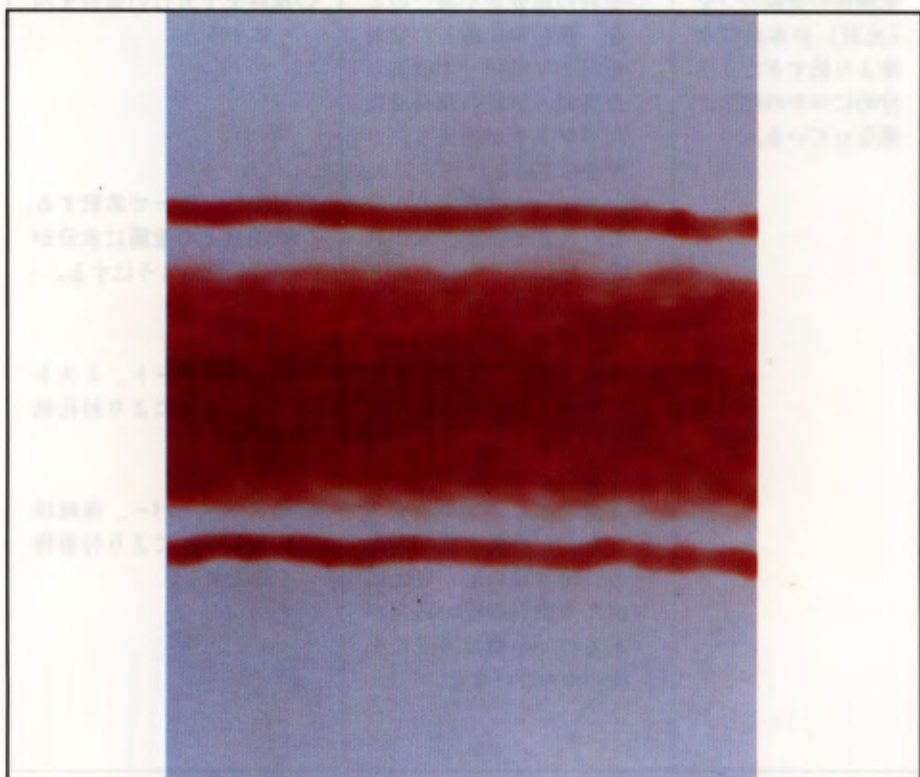
下部は像（蛍光灯）が映っている
が、上部は全く映っていない。

現 象	原 因	対 策
<p>乾燥後の塗膜のつや（光沢）が本来の水 準より低すぎたり部 分的につやの程度が 異なっている。</p>	<p>◇塗料の成分が不均一のと き、顔料の沈殿した塗料 をあまり攪拌せず塗装し た場合、塗料の顔料濃度 にバラツキが発生し、つ やむらが出る。</p> <p>◇シンナーの溶解力が不足 したときや塗膜表面が結 露などにより白化したと き、塗膜は白濁し平滑性 を失いつやびけする。</p> <p>◇被塗面が多孔質のとき塗 料の吸い込みにより塗膜 は平滑性を失いつやびけ する。</p> <p>◇下塗塗膜にスプレードス トなどが付着していると き、付着物の形が表面に 出たり塗料の吸い込みが あるので塗膜は平滑性を 失いつやびけする。</p>	<p>◇攪拌を十分行い塗料を均 一にする。</p> <p>◇専用シンナーで希釈する。 乾燥途上の塗膜に水分が 付着しないようにする。</p> <p>◇シーラーコート、ミスト コートなどにより封孔処 理をする。</p> <p>◇サンドペーパー、海綿状 たわしなどにより付着物 を除去する。</p>

参考

- ◇つや（光沢度）とは塗膜表面に映る物体の像の鮮明さであり、表面が平滑であるほどつやの程度は高くなる。
- 白濁や白化でつやびけするのはこの現象によって塗膜表面にごく細かい凹凸（表面のアラサ）を形成するためである。
- ◇塗膜の平滑性を失う原因としては、他にもスプレードストの付着、ちぢみ、はじき、ピンホールなどもある。

10. テール (霧化不良)



備考

エアレススプレーの吐出圧力を低くして高粘度のエポキシ樹脂塗料を塗装したもの。

スプレーパターンの両端部が独立した筋状の厚い塗膜になっている。



テール
筋状の厚い塗膜
この部分は薄い
かすれた塗膜



スプレーガンの
運行方向

現 象	原 因	対 策
<p>エアレススプレーでの塗装時に、スプレーパターンの両端部あるいはその側近部に霧化不十分のため粒状で塗着し、その部分は独立した筋状の厚い塗膜になっている。</p>	<p>◇吐出圧力が弱いとき、塗料の粘度が高すぎるとき、塗料の霧化はノズルチップから吐出した塗料が、空気と衝突したときの衝撃によって行われる。吐出圧力が弱いと空気と衝突したときの衝撃も弱くなり、粘度が高いと衝撃を受けても粘性が強いので霧化が不良になる。テールの発生はノズルチップ内部での塗料の流速が中央部と内壁部とは異なるため（内壁部の方が遅い）内壁部の塗料が拡散しきれずに吐出し霧化が不十分になるためである。</p> <p>◇ノズルチップに詰まりを生じたときは、当然塗料の吐出口を塞ぐので不正なスプレーパターンになる。</p>	<p>◇吐出圧力を上げる。</p> <p>◇塗料を専用シンナーで希釈し粘度を下げる。（または塗料の温度を上げ粘度を下げる。）</p>

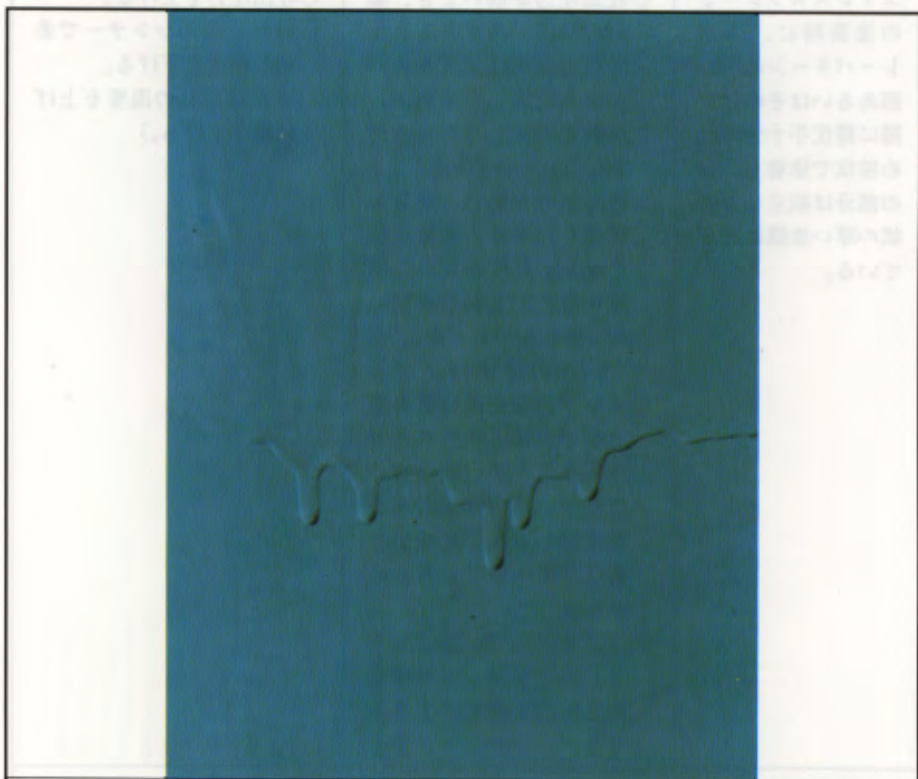
参考

- ◇テールはノズルチップ内部を塗料が直線的に流れるために発生するのでこれを乱流に変えることで防止出来る。
ノズルチップ内部に絞りを付けて乱流を起こさせるものも市販されている。
- ◇磨耗したノズルチップを用いると不正なスプレーパターンになりやすい。

メ モ

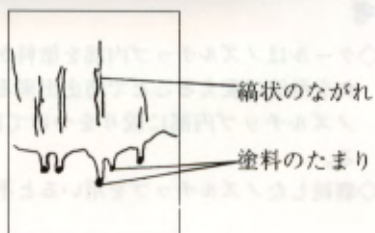
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

11. ながれ、たれ、たるみ



備考

ポリウレタン樹脂塗料の希釈を多くし、厚膜に塗装したもの。
塗料が流れ、縞状になり、その先端部にたまりを生じている。

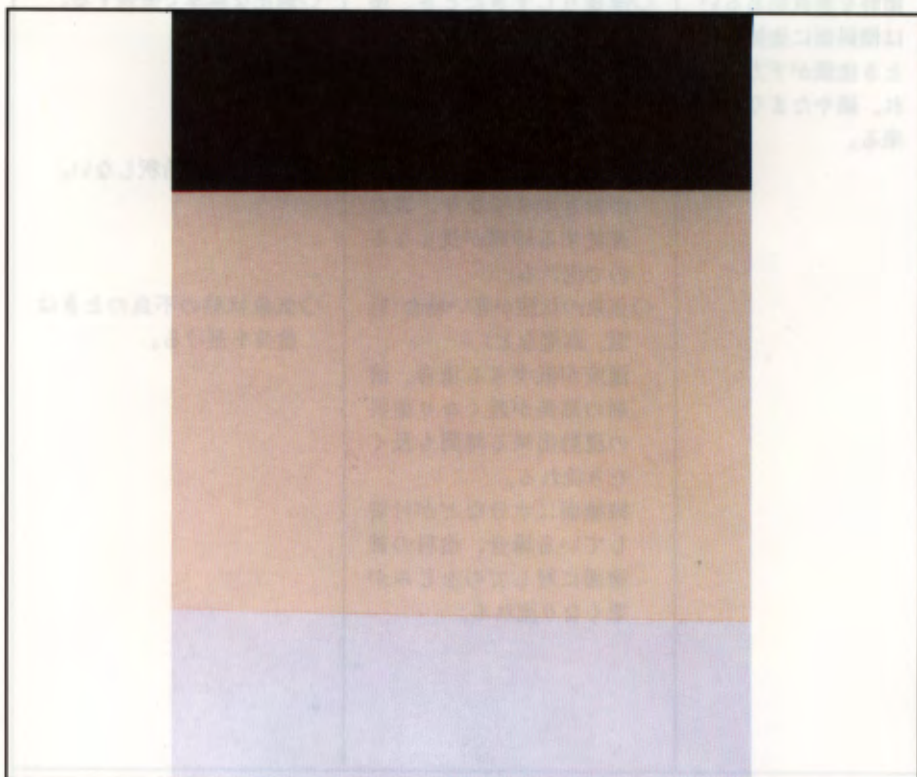


現 象	原 因	対 策
<p>塗料を垂直面あるいは傾斜面に塗装したとき塗膜が下方に流れ、縞やたまりが出来る。</p>	<p>◇厚塗りしすぎたとき、塗料の量が多くなり重くなるので流れる。 また塗料の流動出来る時間も長くなり流れる。</p> <p>◇希釈しすぎたとき、塗料が動きやすくなり、また流動する時間が長くなるので流れる。</p> <p>◇気象の状態が悪い場合(低温、高湿など) 温度が低すぎる場合、溶剤の蒸発が遅くなり塗料の流動出来る時間も長くなり流れる。 被塗面に水分などが付着している場合、塗料の被塗面に対してのなじみが悪くなり流れる。</p>	<p>◇適正な膜厚で塗装する。</p> <p>◇必要以上に希釈しない。</p> <p>◇気象状態の不良のときは塗装を避ける。</p>

参考

- ◇鉄構造物用のほとんどの塗料には流れ防止剤が添加されている。
塗料が古くなると、この流れ防止剤の効果が失われ流れがおこることがある。
正常な条件下で塗装し、流れる場合は塗料メーカーに問い合わせ、流れ防止剤を再度添加するとよい。

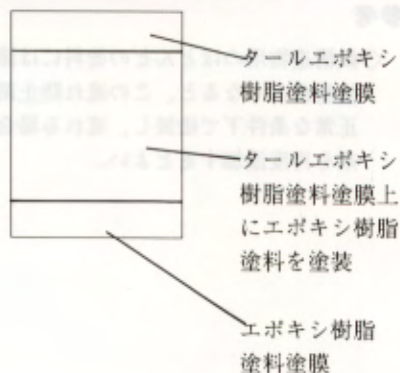
12. にじみ、ブリーディング



備考

タールエポキシ樹脂塗料塗膜（黒色）上にエポキシ樹脂塗料（白色）を塗装したもの。

白色塗膜上に下層の黒色がにじんで出ている。



現 象	原 因	対 策
<p>塗料を塗り重ねたとき、下塗塗膜の色が上塗塗膜面に滲み出て異なった色になる。</p>	<p>◇一般的には下塗塗膜の成分の一部が上塗塗料の溶剤によって溶解し、上塗塗膜表面に浮いて来る(拡散移行)ために起こる。遷移質(タール、アスファルトなど)や染料の入った塗料に、上塗するとにじみが起きやすい。まれには赤、黄系の有機顔料を使用した塗料に上塗したときも起きることがあるが、これは今では塗料そのものの欠陥に属する。</p> <p>◇乾燥の不十分な塗膜に塗り重ねることも、にじみを発生させる一因である。</p>	<p>◇アルミニウムペイントや、MIO塗料のようなりん片状顔料を使用した塗料をシーラーコートとして塗装することでのにじみはかなり防げるが完全ではない。</p> <p>ただし、当該塗装系に使用しても問題のない塗料(シーラコート)であることを確認する必要がある。</p> <p>◇十分乾燥していることを確認した上で塗り重ねる。</p>

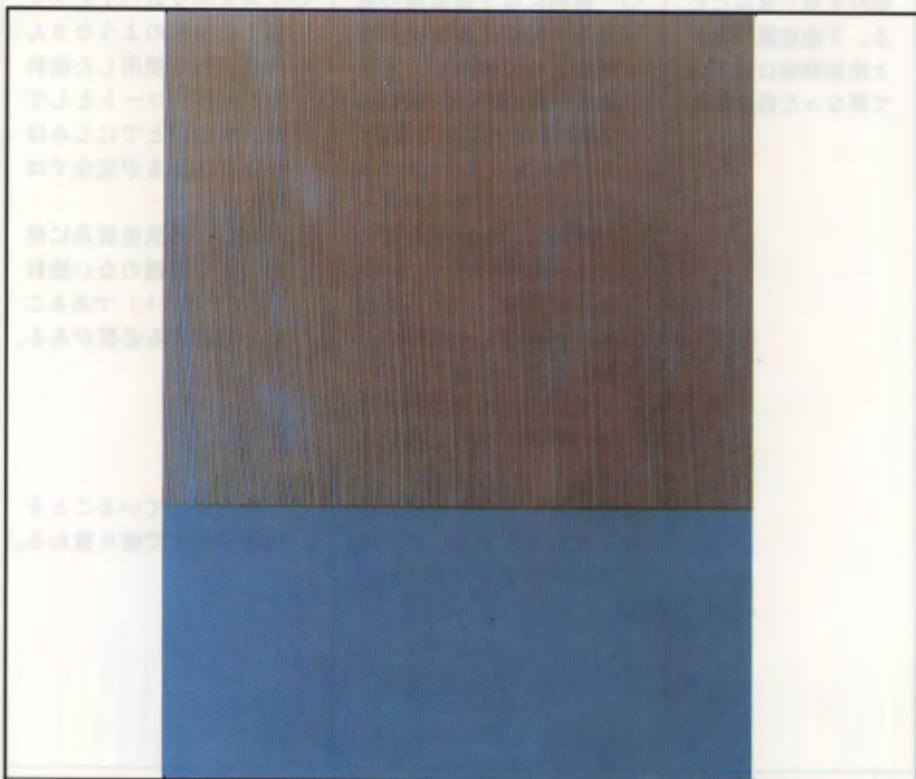
参考

- ◇遷移質を使用した塗料にはタールエポキシやタールウレタンがあるが、この種の塗料はにじみの発生は宿命的なものである。彩色仕上げをしたい場合にはこれらの塗料の使用は不適当である。
- ◇アルミニウムペイントやMIO塗料を使用することでのにじみはかなり防げるが、当初設定した塗装系(発注者側の設定)が異なって来るので、その対応が必要である。
- ◇鉄構造物用塗料には通常染料は使用しない

メ モ

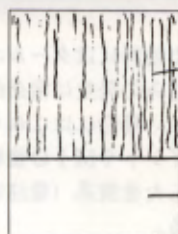
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

13. はけ目、はけむら



備考

粘度の高い鉛系さび止めペイント
を無希釈ではけ塗りしたもの。
はけ跡が縞状に残っている。



高粘度、無希釈
ではけ塗り
はけ目が目立つ

通常のはけ塗り
通常のはけ目

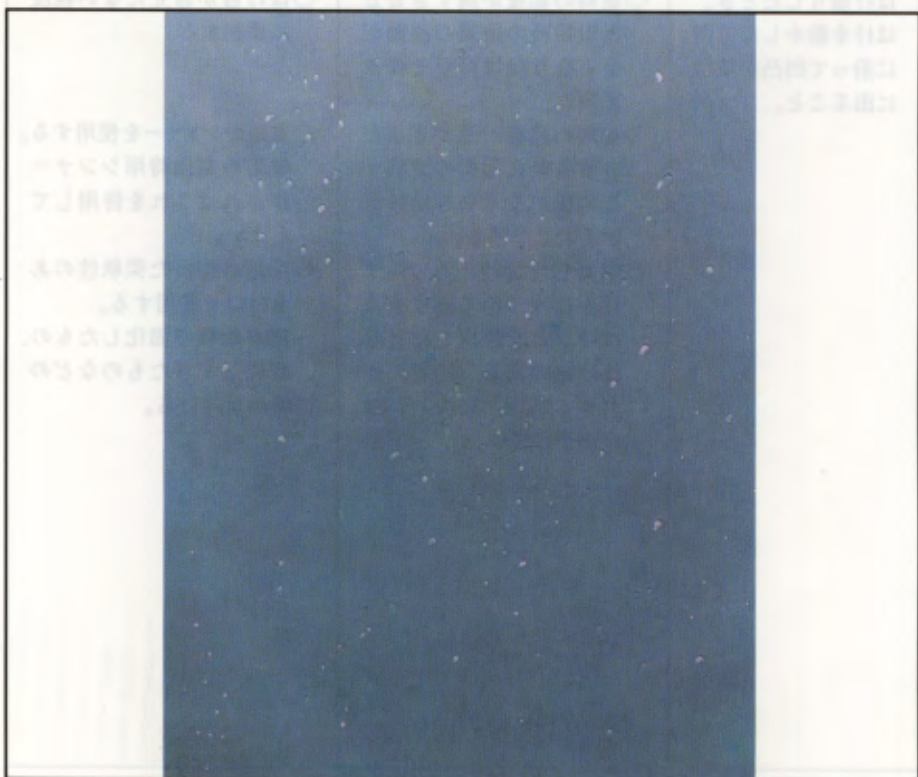
現 象	原 因	対 策
<p>はけ塗りしたとき、はけを動かした方向に沿って凹凸が縞状に出ること。</p>	<p>◇塗料の粘度が高すぎると塗装後の塗膜の流動がなくなりはけ目がそのまま残る。</p> <p>◇溶剤の蒸発が速すぎると塗装後に塗料の流動する時間がなくなりはけ目がそのまま残る。</p> <p>◇変質したはけ、毛の短すぎるはけ、毛の固すぎるはけなどを使用したとき、はけ跡の高さ（山谷）が大きく不均一になり、はけ跡が目立つ。</p>	<p>◇はけ目が目立たない程度に希釈する。</p> <p>◇専用のシンナーを使用する。専用の高温時用シンナーがあればこれを併用してもよい。</p> <p>◇毛足の揃った柔軟性のあるはけを使用する。一部が塗料で固化したもの、摩耗しすぎたものなどの使用は避ける。</p>

参考

- ◇はけ目と流れは逆の現象であり、両者のバランスが必要である。
 塗料のチクソトロピー性が大きくなると塗装後の流動が少なくなり流れにくくなるがはけ目は目立ってくる。
 またこれが小さくなるとはけ目は少なくなるが流れやすくなる。

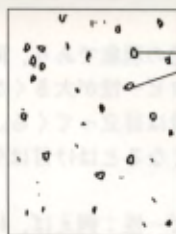
☆チクソトロピー性：例えば、はけ塗りの場合
 塗料に力を加えて動かすと（はけで塗装しているとき）粘度が低くなり、動きを止めると（はけを離すと）粘度が高くなる状態を言う。

14. はじき



備考

シリコンオイルの付着している被塗面に合成樹脂調合ペイントを塗装したもの。
塗料が反発し、はじきになっている。



はじきの状態
斑点状に被塗面の白が露出している

現 象	原 因	対 策
<p>塗装された塗料がはじき、塗膜にくぼみ（塗料がはじいて無くなった部分）が出来る現象であり、ひどいときにはくぼみ部分と、塗料が球状に集合した部分が入り混じって塗膜とは言えない状態になる。</p>	<p>◇水、油脂類その他の異物が被塗面に付着、あるいは塗料中に混入されると、被塗面と塗料が反発して付着を妨害するとともに、はじきが発生する。</p> <p>肉眼で見えないような極めて薄い水膜（水膜）や油膜であっても被塗面に存在している場合ははじきを生じることがある。</p> <p>特にシリコンオイルなどが付着していると塗料との反発が激しいのではじきやすい。</p> <p>ゴミなどが付着しているとゴミが核となって塗料が凝集し、はじき状を呈することがある。</p> <p>◇油性系塗料を低温で換気不良の状態（乾燥）すると塗膜上に親水性物質を形成することが有り、この上に塗り重ねるとはじきを生じることがある。</p>	<p>◇低温、高湿時の塗装を避ける。</p> <p>乾燥と清掃を十分にする。</p> <p>油脂類の付着はシンナーを用いて拭き取る。</p> <p>塗料に異物が入らないよう注意する。</p> <p>◇低温時の塗装を避ける。</p> <p>換気を十分にする。</p> <p>下塗面をアルコール系シンナーで拭くかまたはサンドペーパー掛けをする。</p>

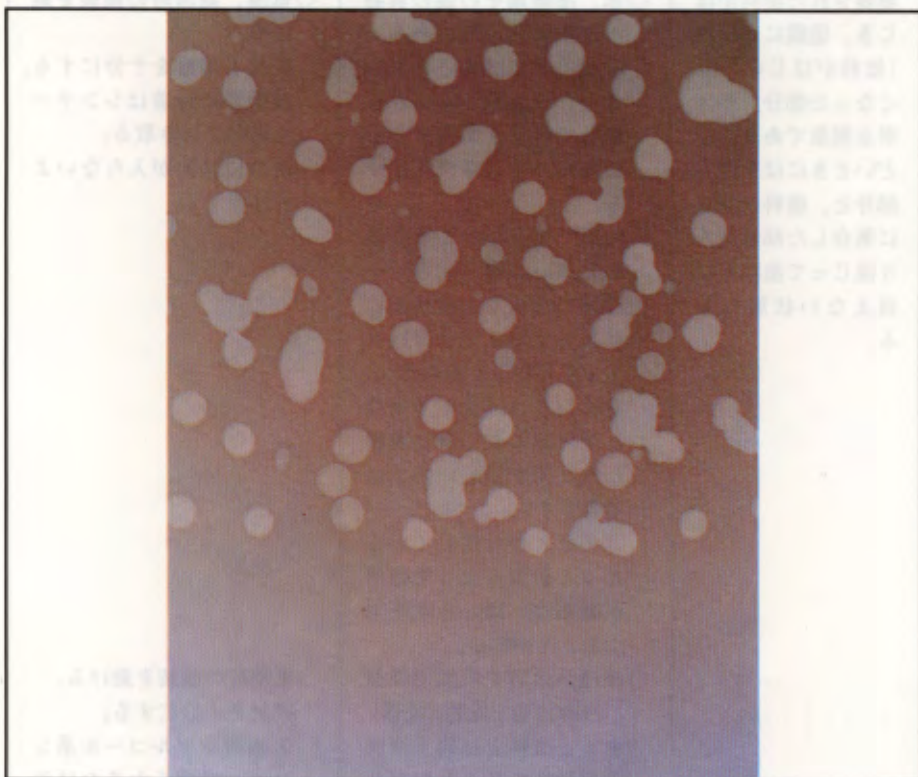
参考

- ◇シリコン系のある種のコーキング材は被塗面に微量に付着していてもはじきの原因になる。
- シンナーで拭いてもはじきが止まらない場合はサンドペーパーなどでの研磨が有効である。
- ◇被塗面が濡れていないように見えても湿度の高いときは、セロファンテープを貼り付けても付着が不十分になる。
- これは肉眼で見えないごく薄い水膜があるためであり、このような状態では塗料の付着が悪くはじきの原因にもなる。

メ モ

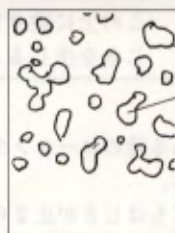
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

15. 白化、ブラッシング



備考

乾燥途上のエポキシ樹脂塗料の塗膜表面に水分が付着し白化したもの。
白い斑点が水の付着で白化した部分。



白化した部分

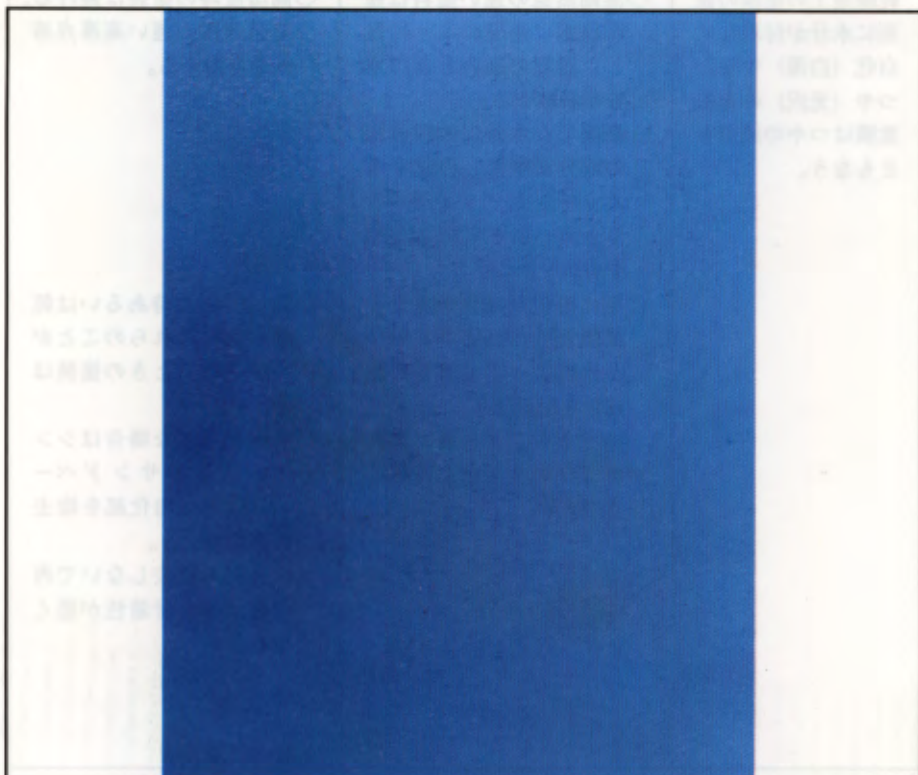
白化は斑点状に水濡れし発生しているが、全面水濡れすれば全面に発生する。

現 象	原 因	対 策
<p>乾燥途上の塗膜の表面に水分が付着して白化（白濁）する。つや（光沢）のある塗膜はつやの減少をともなう。</p>	<p>◇溶剤蒸発の速い塗料は塗膜表面は蒸発により冷却し、湿度の高いときは水分が凝縮する。凝縮した水分に塗膜表面の成分が懸濁し白化する。エッチングプライマー、ラッカーなどに起こりやすい。</p> <p>◇主に硬化剤成分が水分や炭酸ガスと反応あるいは水分によって分解し白色成分を生成する。エポキシ、タールエポキシ、ウレタンなどに起こりやすい。</p>	<p>◇高湿度時の塗装は避ける。蒸発速度の遅い高沸点溶剤を併用する。</p> <p>◇降雨、高湿時あるいは乾燥途上にこれらのことが予想されるときは塗装は避ける。</p> <p>◇処置が必要な場合はシンナー拭きやサンドペーパー研磨で白化部を除去し再塗装する。（白化部を除去しないで再塗装すると付着性が悪くなる。）</p>

参考

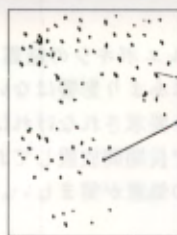
- ◇エポキシやタールエポキシの結露などによる白化は通常はごく表層のみで、塗膜性能にはあまり影響はない。したがって美観を要求されなければ特別な処置は必要ない。
- ◇尚、白化の状態でも長期間放置しておくと、シンナー拭きでは除去出来難くなるので、早期の処置が望ましい。

16. ぶつ、シーディング



備考

貯蔵中に顔料が再凝集した長油性フタル酸樹脂塗料を塗装したときの塗膜表面のぶつ。



ぶつの発生
状態

はけの運行でぶつが局部に寄せられており、その密度は均一になっていない。

現 象	原 因	対 策
<p>貯蔵中に塗料の中で小さい結晶が無数に発生し、この塗料を塗装すると塗膜は砂を混入したようにぶつぶつを生じる。ぶつの直径は1mmに達するものもある。</p>	<p>◇貯蔵中に温度の上昇や下降をくり返したとき、分散していた顔料や添加剤の細粒が再凝集（集合）してぶつに生長する。鉛系さび止めペイント、長油性フタル酸樹脂塗料などの油性系塗料に発生しやすい。</p> <p>◇塗料の製造時においても分散不良や溶剤ショックなどにより顔料が再凝集し、ぶつを生じることがあるが、通常は検査の過程で発見される。</p>	<p>◇温度差の激しい条件での貯蔵は避ける。</p> <p>◇長期間の貯蔵は避け、古いロットから先に使用するようにする。</p> <p>◇少量のぶつなら濾過によってある程度除去できるが完全ではないので原則的には新しい塗料と交換する。</p>

参考

- ◇つや消し塗料の場合は小さいぶつであれば乾燥後はあまり目立たなくなるが、上層につやあり塗料を塗装すると再び目立つようになるので注意を要する。
- ◇固いぶつの場合はエアレススプレーでの塗装ではノズルチップ詰まりの問題が起こってくる。

メ モ

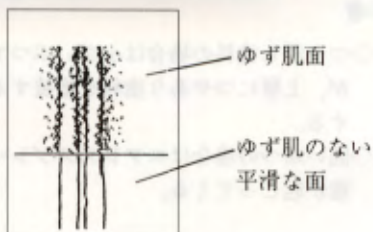
A page of lined paper with 20 horizontal dashed lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. The page is otherwise blank.

17. ゆず肌、オレンジピーリング



備考

スプレーノズルを被塗面から離しすぎた状態でポリウレタン樹脂塗料を塗装したもの。密度、形状、大きさの異なる凹凸の入り混ったゆず肌。



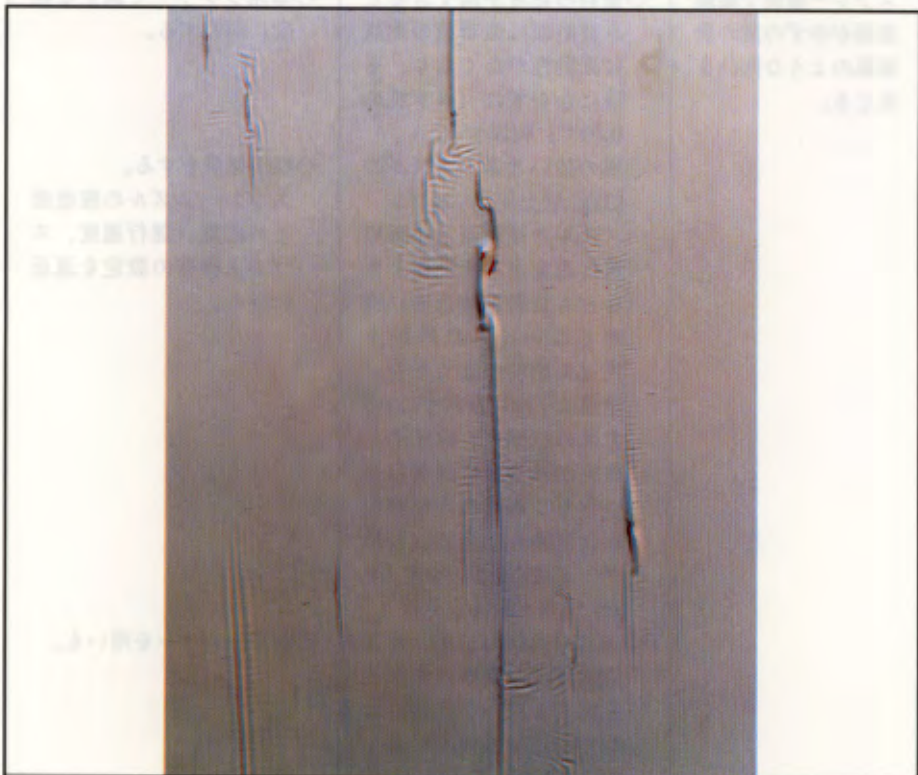
蛍光灯の映っている塗面。
ゆず肌面は蛍光灯の光が乱反射し、はっきりした像にならない。

現 象	原 因	対 策
<p>スプレー塗装で塗膜表面がゆずの皮の表面肌のような凹凸を生じる。</p>	<p>◇塗料の粘度が高すぎると被塗面に塗着後の塗膜に流動性がなくなり、平滑にならずに（ゆず肌状態で）乾燥する。</p> <p>◇風の強いとき、ノズルの口径、吐出圧力、スプレーノズルの被塗面との距離、運行速度が不適性なときなども塗料が被塗面に到着しないうちに溶剤を失って粘度が高くなり、塗膜は平滑にならずに（ゆず肌状態で）乾燥する。塗料が被塗面に到着しないうちに極端に溶剤が失われた場合は塗膜表面はダスト状になり、つや（光沢）も失われる。</p> <p>◇溶剤の溶解力が悪いとき、溶剤分離や顔料凝集などを起こし均一な状態にはならず、塗着後も平滑な塗膜を形成しない。</p>	<p>◇専用シンナーで適正な粘度に調整する。</p> <p>◇防風処置をする。 スプレーノズルの被塗面との距離、運行速度、スプレー機器の設定を適正に行う。</p> <p>◇専用シンナーを用いる。</p>

参考

- ◇鉄構造物の防食塗装ではゆず肌は著しいとき以外はあまり問題にならない。
- ◇ゆず肌面は平滑な面と比べ、光が拡散反射するのでつや（光沢）は低下の傾向を示す。

18. リフティング



備考

乾燥の不十分な鉛系さび止めペイント塗膜上に長油性フタル酸樹脂塗料を塗装したもの。

塗膜に浮き、ちぢみ、しわの発生しているリフティングの代表的状態である。



浮き、われ

ちぢみ、しわ

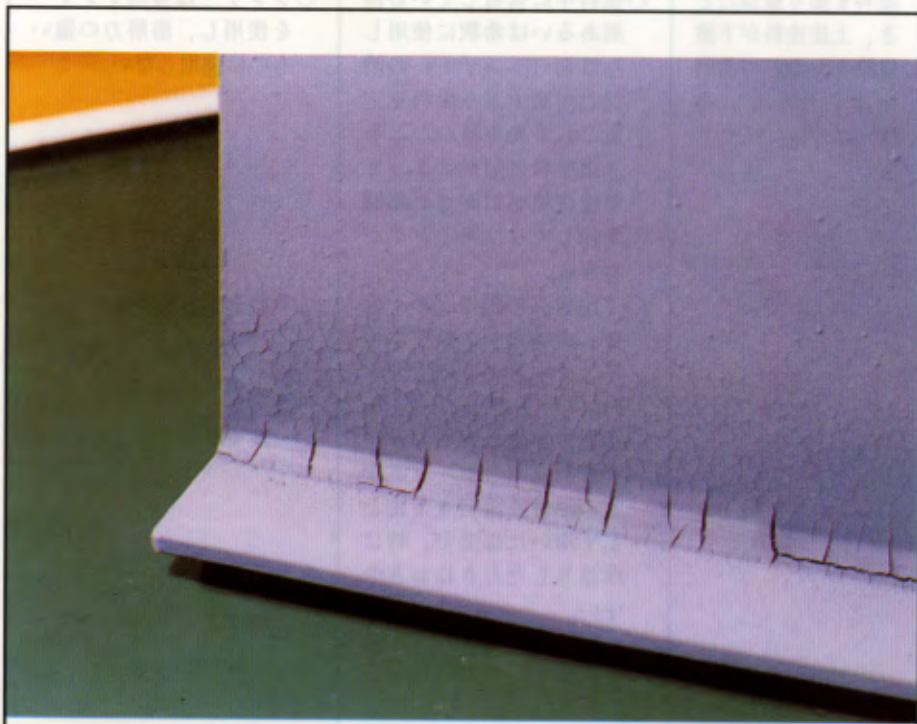
赤さび色は下塗の鉛系さび止めペイント

現 象	原 因	対 策
<p>塗料を塗り重ねたとき、上塗塗料が下塗塗膜をおかして塗膜の浮きや、しわを伴った割れを生じる。</p>	<p>◇塗料中に含有している溶剤あるいは希釈に使用した溶剤（シンナー）の溶解力が強すぎる塗料を上塗として塗り重ねたとき、上塗塗料の溶剤によって下塗塗膜がおかされ膨潤軟化してリフティングがおきる。</p> <p>◇下塗塗膜の乾燥が不十分なときはおかされやすく、リフティングも起きやすい。</p> <p>◇鉛系さび止めペイントや合成樹脂調合ペイントなどの油性系塗料を下塗として用いた場合で、特に厚塗りしたときにおきやすい。</p>	<p>◇シンナーは専用シンナーを使用し、溶解力の強いものは使用しない。</p> <p>◇下塗を十分乾燥させる。</p> <p>◇一度で厚塗りをしない。</p>

参考

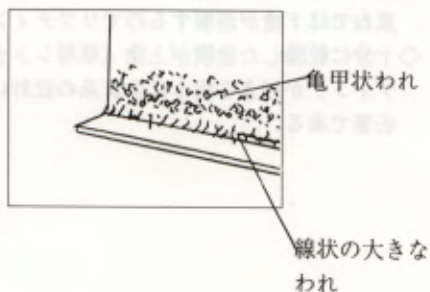
- ◇乾燥機構が完全な揮発乾燥形（ラッカータイプ）の塗料は同種塗料の塗り重ねでは下塗が溶解するのでリフティングは起こらない。
- ◇十分に乾燥した塗膜が上塗（専用シンナーで希釈したもの）によってリフティングが起きる場合は塗装系の設計に誤りのある疑いがあるので確認が必要である。

19. われ、クラッキング



備考

無機ジンクリッチペイントを過膜厚に塗装したもの。
塗膜の流れによって下部が厚くなり亀甲状のわれが生じ、コーナー部は溜りによって線状の大きなわれとなっている。



現 象	原 因	対 策
<p>塗膜に種々の形状、深さ、大きさのわれを生じる現象。</p>	<p>◇無機ジンクリッチペイントを厚塗りしすぎたとき、無機ジンクリッチペイントは空気中の水分によって脱アルコールする縮合重合乾燥形塗料であるため体積の収縮が大きく、厚塗りしすぎるとわれを生じる。</p> <p>◇下塗を十分乾燥しないうちに上塗を塗装したとき、下塗と上塗がなじみあい上塗の溶剤も下塗に移行する。このため下塗は膨潤軟化し上塗のみ乾燥収縮が速くなりわれを生じる。 (酸化重合形塗料に多い)</p>	<p>◇塗膜厚の管理を入念に実施し厚塗りをしないよう注意する。特にコーナー部に塗料の溜まりを生じないように注意する。 (標準膜厚の2倍を越えないことが望ましい)</p> <p>◇下塗を十分乾燥させる。下塗を厚塗りしすぎるとこの傾向が強くなるので注意が必要である。</p>

参考

- ◇表層のみの浅われをチェックング、素地に達するような深われをクラッキングと言う。
- ◇下塗の乾燥が不十分なために生じるわれは施工完了直後に起こることもあるが、ほとんどの場合はある程度経過してから起こる。
これに対し厚塗りしすぎによる無機ジンクリッチペイントのわれは塗装後2日以内に生じることがほとんどである。
- ◇無機ジンクリッチペイントのわれは、われ部およびその周辺の厚膜部分の塗膜を除去し再塗装する必要がある。
しかし、本塗料の塗り重ねは付着性に懸念があるので健全塗膜とのラップ(重複)部はなるべく少なくすることやラップ部の下塗塗膜を目粗しすることが望ましい。